台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 62(4):351–359 (2013)
DOI: 10.6156/JTAR/2013.06204.05

溫度對檬果小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 發育與繁殖之影響

陳怡如[1] 林鳳琪[2,*] 邱一中[3] 石憲宗[2]

摘要

陳怡如、林鳳琪、邱一中、石憲宗。2013。溫度對檬果小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 發育與繁殖之影響。台灣農業研究 62(4) :351–359。

小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 為影響檬果 (*Mangifera indica* Linn) 產量與品質的關鍵害蟲。本研究以檬果葉片飼育小黃薊馬，於20、24、28及32℃之恆溫下觀察其生活史，分析溫度對其發育與繁殖之影響，作為未來研擬防治策略之參考。結果顯示，在4個溫度下未成熟期薊馬之存活率均達80%以上；由卵發育至成蟲所需時間依溫度升高而縮短，分別為21.5、14.8、12.1及9.8 d；雌蟲的平均壽命依序為26.3、17.4、19.8及13.2 d；每一雌蟲一生總產卵數依序為37.3、38.4、74.0及40.0粒。由溫度與發育速率之直線回歸方程式，估算小黃薊馬卵至成蟲之發育臨界低溫為9.6℃，發育總積溫為219.1日度 (degree-days)。以台南地區全年之有效積溫估計，小黃薊馬在檬果上年可發生約40世代，每年2–6月氣溫適合其生活發育與繁殖，也是其在檬果園發生高峰期。

關鍵詞：小黃薊馬、檬果、發育、產卵。

前言

檬果 (*Mangifera indica* Linn) 原產於熱帶，台灣栽培品種以愛文、在來種、金煌及凱特為主，種植面積達1萬6千公頃，主要產地在台南及屏東 (Anonymous 2011)。檬果上發生害蟲種類多達80種 (Wen & Wu 2010; Shih *et al*. 2013)，其中小黃薊馬為影響檬果產量與品質的關鍵害蟲 (Lin *et al*. 2010a)。

小黃薊馬 (*Scitothrips dorsalis* Hood, chilli thrips)，屬纓翅目薊馬科 (Thysanoptera: Thripidae)，未成熟期包含卵、幼蟲及蛹期，卵為腎形，小於0.2 mm，產於植物幼嫩組織中；一齡及二齡幼蟲均在葉面活動，前蛹及蛹為靜止期，不喜活動亦不取食。成蟲體型小，體長0.7–0.9 mm，體色淡黃。食性雜，已記錄寄主植物達40科110種以上，分布於亞洲、大洋洲及赤道周圍等國家 (Venette & Davis 2004; Wang & Hsu 2007; CABI 2010)。在台灣早年為害茶樹，又名茶黃薊馬，近年在台南玉井檬果園的蟲害監測顯示，每年1–2月間檬果萌花時小黃薊馬密度便急速上升 (Lin *et al*. 2010a, 2010b)，可為害新梢、花穗及幼果，造成新芽及葉片萎縮褐化，在花穗造成傷口間接發生萎凋，並直接取食果實造成果皮粗糙褐化之疤痕 (Lee & Wen 1982)，影響檬果產銷價格甚鉅。

小黃薊馬在田間環境條件適合時，族群密度增長非常迅速 (Lin *et al*. 2010a)，若無法掌握時機，適時防治，將引起嚴重危害造成經濟損失。昆蟲的族群增長受溫度與食物之影響最為明顯，故探討溫度及寄主植物對其存活、發

投稿日期：2013年7月4日；接受日期：2013年8月21日。
* 通訊作者：fclin@tari.gov.tw
[1] 農委會農業試驗所應用動物組助理研究員。台灣 台中市。
[2] 農委會農業試驗所應用動物組副研究員。台灣 台中市。
[3] 農委會農業試驗所應用動物組聘用助理研究員。台灣 台中市。

育及繁殖影響，有助於害蟲的發生預測，以及在害蟲管理系統中決定防治與否及採行之技術。國內外關於小黃薊馬發育及繁殖研究報導甚少，往昔曾以茶樹及蓖麻 (Dev 1964; Patel *et al*. 2009)、珊瑚樹、溫州蜜柑 (Tatara 1994)、葡萄 (Shibao 1996)、菜豆、茄子、甜椒、南瓜、番茄及玫瑰等爲寄主植物 (Seal *et al*. 2010)，進行相關之研究分析。本研究以愛文檬果爲寄主植物飼育小黃薊馬，探討溫度與其發育繁殖的關係，藉以評估其在田間族群發生趨勢，作爲掌握田間防治適期及研擬防治策略之參考。

材料與方法

供試蟲源與植物

2010 年於台南市玉井區採集帶有小黃薊馬之檬果嫩葉，裝入透氣的夾鍊袋中，攜回實驗室內飼養，作爲觀察薊馬發育、存活、成蟲壽命與產卵試驗的供試蟲源。

採集農委會農業試驗所栽種之愛文檬果嫩葉，攜回實驗室以清水洗淨葉片，再以紙巾輕拭葉面水滴。先在解剖顯微鏡下鏡檢，若葉肉組織中，已經被產卵，則以蟲針挑除，確保葉片乾淨無蟲後，放入冰箱 (4℃) 冷藏保存，作爲後續薊馬生活史觀察之供試葉片。使用葉片時須再裁切成圓形 (diam. 28 mm)，放入杯底置有圓型濕潤紙片 (diam. 28 mm) 的平底玻璃管 (高 35 mm，內徑 30 mm) 中，供薊馬產卵及食物來源。

未成熟期之存活率與發育觀察

挑取供試蟲源中活動力強的小黃薊馬雌成蟲，移入有供試葉片玻璃管，以 2 層石蠟膜 (Parafilm® M) 封住玻璃管口，以微小蟲針在上方戳洞，減少水氣凝結於管壁。再以保鮮膜封口後並戳洞，分別置於設定 20、24、28 及 32℃ 四個恆溫 (± 1℃) 之梯度恆溫生長箱中 (L：D = 12：12)，任其產卵 24 h 後挑除雌成蟲，將帶有被產卵葉片之玻璃管分別置於不同恆溫下，觀察其生活史。

每日定時取出供試葉片觀察記錄卵之孵化情形，並以 3 mL 之滴管滴入 1 滴水於玻璃管中，維持管內紙巾濕潤，避免供試葉片乾枯而影響卵的孵化。待一齡幼蟲孵化後，用微毛筆將供試蟲挑至個別玻璃管內進行單隻飼養，隔日更換新鮮葉片，每日定時觀察記錄幼蟲個體之變化、存活等情形，直到發育爲成蟲，計算其雌雄性比。

成蟲壽命與繁殖

前項試驗之薊馬羽化變成成蟲後，進行配對飼養。當日羽化雌成蟲，挑取同一試驗溫度下飼養羽化之雄蟲進行配對，若當日雄蟲缺乏無法配對時，則由供試蟲源中挑取並配對。每日取出已產卵葉片，在解剖顯微鏡下觀察計算產卵數，並更換新鮮葉片供其每日產卵，直至成蟲自然死亡爲止。

統計分析

由不同恆溫下小黃薊馬卵至成蟲發育所需日數，以直線回歸方程式 $D(T) = a + bT$，求取發育速率與溫度之關係，其中 T 爲飼養小黃薊馬的溫度 (℃)；D 爲恆溫下薊馬的發育速率，爲發育所需日數之倒數。由估算所得回歸方程式，推算薊馬的發育總積溫 (thermal summation; $K = 1/b$) 及發育臨界低溫 (low temperature threshold; $T_0 = -a/b$)。

其中，發育總積溫 (K) 的標準誤差 (standard error) 由下列公式計算：

$$\frac{\text{S.E. of b}}{b^2}$$

而發育臨界低溫 (T_0) 的標準誤差，則以下列公式計算：其中 $\bar{y}$ 是樣本平均，N 是樣本數量，S^2 是樣本的殘差平均平方和 (residual mean square)。

$$\frac{\bar{y}}{b}\sqrt{\frac{S^2}{N\bar{y}^2}+\left[\frac{\text{S.E. of b}}{b}\right]^2}$$

結果

孵化率與存活率

小黃薊馬於 20、24、28 及 32℃ 之恆溫下，

卵孵化率依序為 86.4、94.8、100 及 99.3%。由卵發育至成蟲的累積死亡率在20及32℃時，兩者之累積死亡率均大於 15%，其餘溫度下所飼育者均低於 10% (表 1)。

未成熟期發育所需時間

在 20、24、28 及 32℃等 4 個恆溫下，小黃薊馬發育所需時間依序由低至高溫，卵期為 9.7、7.0、5.5 及 4.2 d；一齡幼蟲期為 2.8、2.1、1.6 及 1.3 d；二齡幼蟲期為 4.1、2.3、2.3 及 2.0 d；前蛹期為 1.3、1.1、0.8 及 0.6 d；蛹期為 3.5、2.3、1.9 及 1.7 d。由卵發育至成蟲平均所需日數，依序分別為 21.5、14.8、12.1 及 9.8 d，隨溫度增高而縮短 (表 2)，在未成熟蟲期中以卵發育為幼蟲所需時間最長。

成蟲壽命、性比及繁殖量

在 20、24、28 及 32℃恆溫下，小黃薊馬成蟲壽命與產卵數如表 3 所示。在各試驗溫度下，雌蟲壽命較雄蟲長，雌蟲的壽命依序為 26.3、17.4、19.8 及 13.2 d，雄蟲的壽命為 17.3、9.8、10.4 及 8 d。除飼養於 28℃者其壽命較飼育於 24℃者長，其餘雌雄成蟲壽命隨著溫度的升高而縮短。觀察雌蟲每日產卵數，由低至高溫依序為 1.4、2.0、3.8 及 2.8 粒；總產卵量為 37.3、38.4、74.0 及 40.0 粒，以飼育於 28℃時之雌成蟲之平均日產卵數和總產卵數最高。在 4 種溫度下，以飼育於 24℃及 28℃者產雌率較高，雌雄比分別為 2.7：1 及 2.57：1 (表 3)。

溫度與發育速率之關係

根據本試驗所得數據以直線回歸，分析溫度對樣果上小黃薊馬卵至成蟲發育速率之關係方程式為：$D(T) = -0.044 + 0.00456\,T$，$R^2 = 0.9972$，$P < 0.05$，推算由卵發育至成蟲之發育臨界低溫為 9.6℃ ± 0.2℃，其發育總積溫 (K) 為 219.1℃日度 ± 9.4 日度 (degree-days)。溫度與卵及各齡幼蟲及蛹之發育速率均呈直線關係 (圖 1)，估算卵期、一齡幼蟲期、二齡幼蟲期、前蛹期及蛹期之發育臨界低溫，依序為 10.9、9.8、5.9、11.8 及 7.7℃，其發育總積溫依序為 90.9、29.5、49.5、12.3 及 39.7 日度。

討論

本試驗觀察結果，小黃薊馬在樣果葉上

表 1. 小黃薊馬於不同恆溫下在樣果上之卵孵化率及幼期累積死亡率。

Table 1. Hatching rate and cumulative mortality of the immature stage of *Scirtothrips dorsalis* at various constant temperatures on mango.

				Cumulative mortality (%)			
Temp. (℃)	n	Hatching (%)	n	1st larva	2nd larva	Propupa	Pupa
20	162	86.4	88	4.5	10.2	1.1	19.3
24	173	94.8	85	0.0	3.5	4.7	7.1
28	91	100.0	65	0.0	1.5	7.7	9.2
32	147	99.3	96	1.0	5.2	8.3	16.7

表 2. 小黃薊馬於不同恆溫下在樣果上之幼期平均發育所需時間。

Table 2. Mean developmental times (days) of immature stages of *Scirtothrips dorsalis* at various constant temperatures on mango.

Temp. (℃)	Egg	1st larva	2nd larva	Propupa	Pupa	Egg-adult
20	9.7 ± 1.4[z]	2.8 ± 0.6	4.1 ± 1.2	1.3 ± 0.5	3.5 ± 0.6	21.5 ± 2.0
24	7.0 ± 0.4	2.1 ± 0.4	2.3 ± 0.7	1.1 ± 0.3	2.3 ± 0.5	14.8 ± 0.8
28	5.5 ± 0.7	1.6 ± 0.5	2.3 ± 0.9	0.8 ± 0.4	1.9 ± 0.3	12.1 ± 1.0
32	4.2 ± 0.6	1.3 ± 0.5	2.0 ± 0.8	0.6 ± 0.5	1.7 ± 0.5	9.8 ± 1.1

[z] Mean ± standard deviation.

表 3.　小黃薊馬於不同恆溫下在檬果上小黃薊馬之成蟲壽命、性比及繁殖率。

Table 3.　Adult longevity, sex ratio, fecundity of *Scirtothrips dorsalis* at various constant temperatures on mango.

	Temp. (℃)			
Trait	20	24	28	32
Adult longevity (d)				
Female	26.3 ± 15.5[z]	17.4 ± 7.5	19.8 ± 8.0	13.2 ± 6.1
Male	17.3 ± 6.5	9.8 ± 4.1	10.4 ± 3.6	8.0 ± 4.1
No. eggs of female				
Daily	1.4 ± 0.8	2.0 ± 0.9	3.8 ± 1.5	2.8 ± 1.5
Total	37.3 ± 26.3	38.4 ± 25.0	74.0 ± 33.4	40.0 ± 28.0
Sex ratio (♀ ： ♂)	1.36	2.7	2.57	1.29

[z] Mean ± standard deviation.

孵化與存活，在 4 個觀察恆溫下，20℃時卵之孵化率 86.4%，在 24℃時卵之孵化率提升為 94.8%，至 28℃時，所觀察之卵全部皆孵化為幼蟲，但在 32℃時則略降低為 99.3%，顯示孵化率在 20–28℃時隨著溫度升高而增加。幼蟲發育至成蟲之存活情形，在 20 或 32℃之累積死亡率均達 15% 以上，顯示溫度過高或過低均不利其存活。根據文獻報導，Shibao (1996) 指出在 16、20、25、30℃等恆溫下，以葡萄為寄主飼育小黃薊馬，其孵化率為 42.6–50% 均低於本試驗各恆溫下之 86.4–100%；Tatara (1994) 指出以珊瑚樹 (sweet viburnum) 為飼育寄主，在 33℃及 34.5℃時，約 80% 以上卵可孵化，但無法完成發育，當溫度達 36℃，所觀察的卵均無法孵化。本試驗在 32℃時，小黃薊馬卵仍有 99.3% 之孵化率，高於前人研究飼育葡萄及珊瑚樹之結果。由此也顯示，台南地區檬果上之小黃薊馬族群已適應高於 30℃之氣候環境。本研究觀察溫度 32℃時，其未成熟期累積死亡率高於飼育於 24℃及 28℃之薊馬，顯示小黃薊馬在超過 32℃的高溫下存活率較差。Shibao (1996) 在 16–30℃四個恆溫下，以葡萄飼育之小黃薊馬之未成熟期之死亡率均達 50%，相較之下以檬果飼育者有較高之存活率。

在 20–32℃時，小黃薊馬未成熟期各階段發育日數，均隨溫度增高而縮短，在飼育溫度範圍內，由卵發育至成蟲平均需 9.8–21.5 d。其他文獻報導在不同溫度以不同植物飼育小黃薊馬 (Dev 1964; Tatara 1994; Shibao 1996; Seal *et al*. 2010)，其未成熟期發育日數，在 20℃時飼育以葡萄需 26.6 d；在 24–25℃時飼育以葡萄、茶、珊瑚樹葉片，依序需 18.4、17.2、18.6 d；在 26℃時，飼育以番椒、玫瑰、茄子、南瓜、菜豆及番茄等，依序需 17.8、18.4、18.9、20.2、20.3 及 20.6 d； 在 27–28℃時飼育以蓖麻需 16.9 d；以上前人研究結果與本試驗在 20、24 及 28℃恆溫下觀察結果相較，在相近溫度下，以檬果葉飼育小黃薊馬，其未成熟期所需發育日數均短於飼育以其他寄主植物者，且存活率較高。以昆蟲生理與生態之理論而言，寄主植物之營養越適合植物之生長，其存活率高、所需發育時間越短、及繁殖力較強，顯示檬果較其他供試植物更適合小黃薊馬生長發育。

本研究在同一恆溫下飼育小黃薊馬，其 5 個生活期的長短以卵最長，在 20–32℃的 4 個觀察恆溫下，依序為 9.7、7.0、5.5 及 4.2 d；其發育所需日數佔總發育期 (21.5、14.8、12.1 及 9.8 d) 之 43–47%。

由於薊馬產卵於植物組織內，卵相對於蟲體暴露於生活環境中的幼蟲、蛹及成蟲受到更多保護，作者曾測試數種對小黃薊馬幼蟲殺蟲效果達 80% 以上之殺蟲劑 (Chiu *et al*. 2010a)，對葉組織中小黃薊馬卵的殺蟲效果，結果顯示 90% 以上供試卵均可孵化 (作者未發表資料)。為提高小黃薊馬之防治率，建議在化學防治策略上 (Lin *et al*. 2010a; Chiu *et al*.

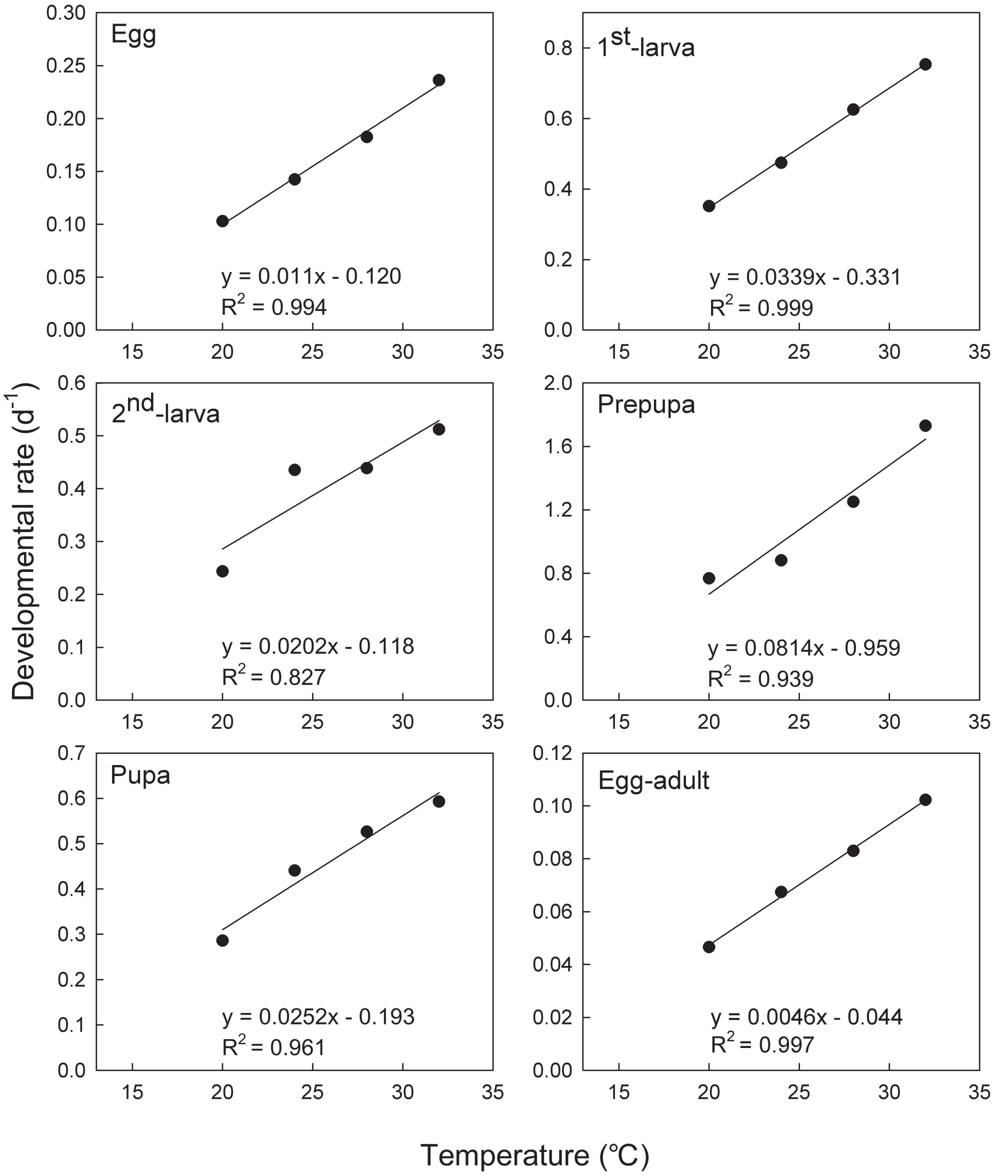

圖 1. 溫度與檬果上小黃薊馬發育速率之直線關係。

Fig. 1. Linear regressions between temperature and developmental rate of *Scirtothrips dorsalis* at 20–32℃ on mango.

2010b)，在小黃薊馬發生高峰期，選用較長效及速效殺蟲劑，將幼蟲或成蟲徹底防治，減少成蟲產卵於葉片，可以避免薊馬在田間族群大量增長，及減少對檬果之危害。

在 4 個恆溫下觀察薊馬產出之卵發育爲成蟲之雌雄性比 (♀ : ♂) 均大於 1，意即產出雌性子代較多，在恆溫 24℃ 及 28℃ 下的子代雌雄性比更達 2.5 以上。由於雌蟲繁衍後代延續族群，雌蟲比例增加將加速田間族群的增長，估測在 20–32℃，溫度適合小黃薊馬在檬果繁殖，尤其是 24–28℃ 時將產下更多的雌蟲，田間發生數量增加，危害檬果更爲嚴重。

雌、雄成蟲平均壽命在 20℃ 時爲 26.3 d 及 17.3 d，32℃ 時則縮短爲 13.2 d 及 8.4 d，

在28℃時雌雄兩者平均壽命較略長於飼育在24℃者 (表3)，相關研究文獻亦指出小黃薊馬雌成蟲壽命隨溫度增加而縮短 (Tatara 1994; Shibao 1996)。Tatara (1994) 研究在25℃時，以珊瑚樹、茶及溫州蜜柑飼育小黃薊馬的平均成蟲壽命分別為23.7、27.5及4.0 d，除飼育於蜜柑者，其平均壽命均長於本研究4個恆溫飼養之薊馬成蟲。在26℃時，以玫瑰或番椒飼育小黃薊馬之雌雄壽命分別為19.0、13.8 d及18.8、15.8 d (Seal *et al*. 2010)，其雌蟲平均壽命與本試驗以檬果飼育於24℃及28℃之結果 (表3) 相近。顯示，溫度與寄主植物確實會影響成蟲壽命長短。

觀察小黃薊馬繁殖力結果，在28℃時，平均每一雌蟲每日產卵量及一生總產卵量均較飼育在其他恆溫之薊馬高 (表3)。在其他寄主上的產卵量相關研究結果，以珊瑚樹飼育在14.5、19.0、25.0及29.5℃恆溫下，平均總產卵量依序分別為46、49、41.5及33粒；25℃時飼以茶葉者，一生平均產下共27粒卵，飼以溫州蜜柑者平均產1.4粒卵 (Tatara 1994)。綜合往昔研究結果，在各恆溫下飼以不同植物，其平均產卵量均低於本試驗28℃時之小黃薊馬產下74粒卵，顯示以檬果葉為食物較飼以珊瑚樹、茶及溫州蜜柑之薊馬繁殖力高。

以直線迴歸模式分析溫度與檬果上小黃薊馬發育之關係，顯示在溫度20–32℃時，溫度與發育速率呈正相關，藉由該方程式估算其由卵發育至成蟲之臨界低溫為9.6℃ ± 0.2℃，發育總積溫為219.1日度。小黃薊馬在不同寄主之發育臨界低溫及發育總積溫之相關研究結果，在珊瑚樹為9.7℃及265日度；葡萄為8.5℃及294.1日度 (Tatara 1994; Shibao 1996)。小黃薊馬在不同寄主上發育臨界低溫相近，但因所需發育總積溫較低，顯示小黃薊馬若在同一溫度條件下，在檬果上發世代數高於葡萄及珊瑚樹上者。由於本研究之試驗溫度在20–32℃，所估得的臨界低溫9.6℃落於實驗溫度線性範圍外，顯示結果可能有偏低或偏高 (Lai & Lin 2005)。未來試驗將增加低溫的觀察試驗組數，並進行非線性模式的分析，估算其發育臨界低溫、發育最適溫度及發育臨界高溫，可以更合理解釋溫度與小黃薊馬發育的關係。

台灣檬果主要產區在台南、高雄及屏東，小黃薊馬在檬果抽新梢、花穗及小果期發生嚴重，由2010年在台南玉井愛文檬果小黃薊馬監測結果顯示，其族群在1月時密度驟增後維持在高密度波動，至6月下降後則處於低密度之狀態 (Lin *et al*. 2010a)。根據中央氣象局網站從2008–2012年氣候統計資料 (http://www.cwb.gov.tw/V7/)，台南地區每月平均氣溫最低時大多發生在1–2月，為15–18℃，均高於小黃薊馬的發育臨界低溫 (9.6℃)，顯示小黃薊馬在台南地區檬果上全年均可發育繁殖。不考慮食物來源、降雨、天敵等對族群密度影響，以中央氣象局每月均溫統計台南地區每年總積溫在8,750–9,000日度，估算小黃薊馬全年約可發生40個世代，但實際上在田間小黃薊馬族群發生必定受到生物與非生物之環境因子所影響，而在族群數量或發生世代數受到一定的抑制。Tatara (1994) 研究估算小黃薊馬在日本年可發生8代；以地理氣候軟體工具 (NAP-PFAST) 估測新入侵美國佛羅里達州小黃薊馬族群年發生達18代 (Nietschke *et al*. 2008)，顯示台灣的氣候條件較日本及美國更適合小黃薊馬發育與繁殖，亦印證近年來小黃薊馬對台灣作物危害嚴重之情況。

若針對小黃薊馬喜好植物幼嫩組織之生活習性，台南地區檬果抽新稍開花及小果期發生在12月至翌年4月，每年在這期間之根據中央氣象局之資料統計台南地區有效積溫約為3,100日度，估算在5個月期間該地區之小黃薊馬約可發生14個世代；每年1–4月之每個月依氣象資料統計有效積溫約600–750日度，估算台南地區每月小黃薊馬發生約3–4代；5–6月為檬果套袋成熟期，較不易受薊馬危害。故在2–6月玉井地區月平均溫度在20–28℃，適合小黃薊馬之發育與繁殖，因而促使小黃薊馬田間密度之上升。由本試驗觀察結果分析，20、24及28℃時小黃薊馬孵化率、存活率均達80%以上，且平均可產下40粒卵以上，對照玉井檬果園小黃薊馬族群變動情形 (Lin *et al*. 2010a, 2010b)，其蟲口密度

自 1 月下旬開始由每一黏板數隻上升至數百隻，進入發生高峰期維持至 5 月下旬，實驗室觀察結果分析與實際田間發生情形相符，顯示溫度在 20–28℃，確實爲本薊馬適合生存發育與繁殖範圍。根據中央氣象局資料顯示，台南地區 7–9 月月平均溫度 27–29℃，月總積溫爲 820–920 日度，估計每月仍可發生 4 代。但實際田間則呈低族群密度，其原因爲此時已進入檬果採收期，植株上大多爲老葉不適合薊馬棲息取食。此外，本研究在 32℃時，小黃薊馬未成熟期累積死亡率較 28℃時增加，繁殖力亦下降，而台南地區 7–9 月每日最高氣溫超過 30℃多達 25 d 以上，因此食物不夠充足及溫度已接近不適其發育繁殖，爲小黃薊馬在檬果上夏季族群維持低密度原因之一；而在檬果採收後，植株會進行剪枝促使新梢發生，故在 9 月後小黃薊馬在檬果上會有一發生高峰期。

本研究探討溫度對檬果小黃薊馬之存活率、發育速率及繁殖量的影響，利用直線回歸模式僅能估算其發育臨界低溫與發育總積溫，藉以分析發生世代數。然溫度與生物的發育速率並非永遠呈直線關係，生物對於低溫和高溫會反應不同生理現象，低溫會限制生物的生活及發育，但相對增高至某一範圍時也會限制其生長發育，必須以非線性回歸模式方能估算其發育臨界高溫及致死溫度 (Lai & Lin 2005)。此外，回歸模式僅能分析溫度對發育速率的影響，並無法說明溫度對於族群增長的影響。必須加入單位時間內之存活、死亡率及繁殖量等數據，以分析其生命表 (life table)，求得各族群介量，可模擬分析在田間族群增長模式。Seal *et al*. (2010) 報導小黃薊馬在番椒及玫瑰上的族群介量 (population parmeters)，在 26℃時其內在自然增殖率 (intrinsic rate of increase) 依序爲 0.09 (d^{-1}) 及 0.08 (d^{-1})，由此估算小黃薊馬族群數量倍增時間 (double time) 約 8–9 d。本文作者等將進一步分析小黃薊馬發育臨界高溫、致死溫度及生命表，以提供更多更精確的資訊供檬果小黃薊馬防治上的參考應用。

誌謝

本研究承江月綉小姐協助養蟲及生活史觀察得以完成本文，特申謝忱。

引用文獻

Anonymous. 2011. Agricultural Statistics Yearbook 2010. COA Press. Taipei. 321 pp. (in Chinese)

CABI. 2010. *Scirtothrips dorsalis*. Crop Protection Compendium. CAB International. Wallingford, UK. www.cabi.org/cpc.

Chiu, Y. C., F. C. Lin, H. T. Shih, and C. L. Wang. 2010a. Toxicity of insecticides to *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) on mango. J. Taiwan Agric. Res. 59:134–141. (in Chinese with English abstract)

Chiu, Y. C., F. C. Lin, H. T. Shih, and C. L. Wang. 2010b. Ecology and control of thrips on mango. p.71–86. *in*: Proceedings of the Symposium on Production and Pest Management of Mango. September 23, 2010. Taichuang, Taiwan. TARI Special Pub. No. 146. Taichuang, Taiwan. (in Chinese with English abstract)

Dev, H. N. 1964. Preliminary studies on the biology of Assam thrips *Scirtothrips dorsalis* Hood on tea. Indian J. Entomol. 26:184–194.

Lai, H. S. and F. C. Lin. 2005. Development and population parameters of the Lewis spider mite, *Eotetranychus lewisi*, on poinsettia. Plant Prot. Bull. 47:379–390. (in Chinese with English abstract)

Lee, H. S. and H. C. Wen. 1982. Seasonal occurrence of an injury caused by thrips and their control on mangoes. Plant Prot. Bull. 24:179–187. (in Chinese with English abstract)

Lin, F. C., Y. C. Chiu, H. T. Shih, and C. L. Wang. 2010a. Monitoring and integrated management of small insect pest on mango. p.99–107. *in*: Proceedings of Symposium on Production and Pest Management of Mango. September 23, 2010. Taichuang, Taiwan. TARI Special Pub. No. 146. Taichuang, Taiwan. (in Chinese with English abstract)

Lin, M. Y., S. K. Chen, C. C. Chang, C. S Chang, M. S. Hou, and A. H. Cheng. 2010b. Management of the major pest on mango and its profile of production and marketing at Tainan district. p.31–42. *in*: Proceedings of Symposium on Production and Pest Management of Mango. September 23, 2010. Taichuang, Taiwan. TARI Special Pub. No. 146. Taichuang, Taiwan. (in Chinese with English abstract)

Nietschke, B. S., D. M. Borchert, R. D. Magarey, and M. A. Ciomperlik. 2008. Climatological potential for *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae)

establishment in the United States. Fla. Entomol. 91:79–86.

Patel, P. V., M. F. Achaeya, M. V. Gedia, and H. J. Vyas. 2009. Study on growing degree days and population dynamics of thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) on castor. J. Agrometeorol. 11:79–82.

Seal, D. R., W. Klassen, and V. Kumar. 2010. Biological parameters of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) on selected hosts. Environ. Entomol. 39:1389–1398.

Shibao, M. 1996. Effects of temperature on development of the chillithrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), on grape. Appl. Entomol. Zool. 31:81–86.

Shih, H. T., H. H. Hao, Y. C. Chiu, F. C. Lin, and M. M. Yang. 2013. A revised and annotated checklist of insects and mites of mangos from Taiwan. Formosan Entomol. 33:27–51. (in Chinese with English abstract)

Tatara, A. 1994. Effect of Temperature and host plant on the development, fertility and longevity of *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: thripidae). Appl. Entomol. Zool. 29:31–37.

Venette, R. C. and E. E. Davis. 2004. Chilli Thrips/Yellow Thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) Mini Pest Risk Assessment. Univ. of Minnesota, St. Paul. 31 pp.

Wang, C. L. and M. Y. Hsu. 2007. Important Thrips of Agricultural Plants. Taiwan Agric. Res. Inst., Spec. Publ. No. 131. TARI/COA Press. Taichung. 155 pp. (in Chinese)

Wen, H. C. and W. J. Wu. 2010. Relationship between population occurrence of mango insect pests and climate factors. p.43–54. *in*: Proceedings of Symposium on Production and Pest Management of Mango. September 23, 2010. Taichuang, Taiwan. TARI Special Pub. No. 146. Taichuang, Taiwan. (in Chinese with English abstract)

Effects of Temperature on Development and Reproduction of *Scirtothrips dorsalis* Hood on Mango

Yi-Ju Chen[1], Feng-Chyi Lin[2,*], Yi-Chung Chiu[3], and Hsien-Tzung Shih[2]

Abstract

Chen, Y. J., F. C. Lin, Y. C. Chiu, and H. T. Shih. 2013. Effects of temperature on development and reproduction of *Scirtothrips dorsalis* Hood on mango. J. Taiwan Agric. Res. 62(4):351–359.

The chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), is one of key pests of mangoes (*Mangifera indica* Linn). Its life history was measured at constant temperatures of 20, 24, 28, and 32℃ on mango for evaluating the effect of the temperatures on development and fecundity of chilli thrips. Results showed that the survival rate of immature stages exceed 80% at four temperatures. The total developmental time decreased as the temperatures increased from 20, 24, 28, to 32℃ were 21.5, 14.8, 12.1, and 9.8 days, respectively; the mean longevity of the female was 26.3, 17.4, 19.8, and 13.2 days; and the mean fecundity per female was 37.3, 38.4, 74.0, and 40.0 eggs. The linear models adequately described the relationship between temperature and developmental rates for immature stages of chilli thrips. Thus, thrips required 219.1 degree-days to complete development from egg to adult stage, above a low threshold of 9.6℃ as estimated by linear regression. According to annual effective accumulated temperatures in Tainan climate condition, chilli thrips are expected to have about 40 generations per year, and the outbreak of population density appear from February to June in Tainan mango orchard.

Key words: *Scirtothrips dorsalis* Hood, Chilli thrips, Mango, Development, Reproduction.

Received: July 4, 2013; Accepted: August 21, 2013.
* Corresponding author, e-mail: fclin@tari.gov.tw
1 Assistant Research Fellow, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.
2 Associate Research Fellow, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.
3 Contract Assistant Research Fellow, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.